

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/053127

International filing date: 01 July 2005 (01.07.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 042 466.7
Filing date: 02 September 2004 (02.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 July 2005 (20.07.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

0 4 JUL 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

10 2004 042 466.7

Anmeldetag:

2. September 2004

Anmelder/Inhaber:

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Vorrichtung und Verfahren zur optischen Distanz-
messung

IPC:

G 01 C, G 01 S

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 14. Juni 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

27.08.04 Hh/Ri

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Vorrichtung und Verfahren zur optischen Distanzmessung

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung zur optischen Distanzmessung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. von einem bekannten Verfahren zur optischen Distanzmessung mittels Phasenmodulation.

Stand der Technik

Optische Entfernungsmessgeräte als solche sind seit längerer Zeit bekannt und werden inzwischen auch kommerziell, in verschiedenen Ausführungsformen vertrieben. Diese Geräte senden einen modulierten Lichtstrahl aus, der auf die Oberfläche eines zu vermessenden Zielobjektes, dessen Abstand zum Gerät zu ermitteln ist, ausgerichtet wird. Das von der angepeilten Zielfläche reflektierte oder rückgestreute Licht wird von dem Messgerät teilweise wieder detektiert und zur Ermittlung des gesuchten Abstandes verwendet.

Der Anwendungsbereich derartiger Entfernungsmessgeräte umfasst im Allgemeinen Entfernungen im Bereich von typischerweise einigen cm bis zu mehreren hundert Metern.

In Abhängigkeit von den zu messenden Laufstrecken und der Rückstrahlfähigkeit des Zielobjekts ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die Lichtquelle, die Qualität des Messstrahls sowie an den Detektor.

Die aus dem Stand der Technik bekannten optischen Entfernungsmessgeräte lassen sich grundsätzlich, entsprechend der Anordnung, des im Gerät notwendigerweise vorhandenen Sende- und Empfangskanals, in zwei Kategorien einteilen.

Zum einen gibt es Vorrichtungen, bei denen der Sendekanal in einem gewissen Abstand zu dem Empfangskanal angeordnet ist, sodass die jeweiligen optischen Achsen parallel zueinander verlaufen. Zum anderen gibt es monoaxiale Messvorrichtungen, bei denen der Empfangskanal coaxial zum Sendekanal verläuft.

Die biaxialen Messsysteme haben den Vorteil, dass es eine aufwendigen Strahlungsteilung zur Selektion des rücklaufenden Messsignals nicht bedarf, sodass beispielsweise auch ein optisches Übersprechen aus dem Sendekanal direkt in den Empfangskanal besser unterdrückt werden kann.

Andererseits besteht bei biaxialen Entfernungsmessgeräten unter anderem der Nachteil, dass es für den Bereich kurzer Messentfernungen aufgrund einer Parallaxe zu Detektionsproblemen kommen kann. Die Abbildung des Zielobjektes auf die Detektoroberfläche des im Gerät integrierten Messempfängers, die für große Zielentfernungen noch eindeutig auf dem Detektor liegt, wandert mit kürzer werdender Messentfernung, zunehmend von der optischen Achse des Empfangsastes weg und erfährt zudem eine Variation des Strahlquerschnittes in der Detektorebene.

Dies bedingt, dass ohne weitere Maßnahme am Gerät, im Nahbereich der Detektion, d. h. für einen kleinen Abstand zwischen Zielobjekt und Messgerät, das Messsignal gegen Null gehen kann.

Aus der DE4316348A1 ist eine Vorrichtung zur Distanzmessung mit einem von einem Halbleiterlaser erzeugten, sichtbaren Messstrahlenbündel bekannt, deren Empfangseinrichtung einen Lichtleiter mit nachgeschaltetem optoelektronischen Wandler enthält. Die Lichteintrittsfläche in die Faser des Lichtleiters ist in der Abbildungsebene des Empfangsobjektivs dieses Gerätes für große Objektentfernungen angeordnet und aus dieser Position heraus, quer zur optischen Achse, verschiebbar.

Auf diese Weise ist es in der Vorrichtung der DE4313348A1 möglich, die bei kurzen Objektdistanzen zunehmend schräger in das Empfangsobjektiv einfallenden Messstrahlen über die Nachführung der optischen Faser bei räumlich nicht verändertem Detektor auf die lichtempfindliche Oberfläche des Detektors zu leiten.

Die notwendige, elektronische Ansteuerung der Nachführung und die Verwendung von zusätzlichen und insbesondere auch beweglichen Teilen in dem Entfernungsmessgerät der DE4316348A1 bedeuten einen nicht unerheblichen Aufwand, der die Komplexität und damit die Kosten sowie die Anfälligkeit eines derartigen Systems erhöht.

Des weiteren sind optoelektronische Abstandssensoren bekannt, die nach dem sogenannten Triangulationsprinzip arbeiten. Aus der DE3703422A1 ist ein solcher optoelektronischer Abstandssensor nach dem Triangulationsprinzip bekannt, der mindestens eine erste Pilotstrahlquelle 7 besitzt, die den zum Messstrahl geneigten Abbildungsstrahlengang des Sensors sichtbar macht. Bei derartigen Sensoren, wird ein zur Senderichtung versetzter, ortsensitiver Detektor benutzt. Da der Auftreffpunkt des vom Zielobjekt reflektierten Messstrahls eine Funktion des Abstandes des Detektors vom Zielobjekt ist, kann durch dessen Position auf die Entfernung zwischen dem Detektor und dem Zielobjekt geschlossen werden.

Aus der DE29615514U1 ist ein elektronisches Abstandsmessgerät bekannt, welches einen Messspatel aufweist, der seitlich am Gehäuse des Messgerätes angeordnet ist und relativ zu diesem verschoben werden kann. Der Messspatel dient dazu, in einem definierten Abstand von der Messebene des Abstandsmessgerätes eine Bezugsebene aufzubauen, wobei dann durch Subtraktion des Abstandes zwischen diesen beiden Ebenen ermittelten Messwert des Messgerätes, unter Messung eines über Minimum liegenden Messwertes sehr genau kleine Abstände erfasst werden können. Die Subtraktion dieses Abstandes zwischen den Ebenen erfolgt dabei zweckmäßiger Weise automatisch, indem mit Hilfe eines Tastschalter der Ausfahrzustand des Messspatels aus dem Messgerätgehäuse abgegriffen und automatisch berücksichtigt werden kann. Auf diese Weise ist es mit dem Messgerät der DE29651514U1 möglich, auch bei Verwendung des Phasenvergleichsverfahrens zur Bestimmung der gesuchten Distanz sehr kleine Abstände mit einer hohen Genauigkeit zu bestimmen.

Derartige Triangulationssensoren werden typischerweise in Industriesensoren zur Abstandsmessung, beispielsweise in Werkzeugmaschinen zur Bestimmung von kurzen Fahrwegen eines beweglichen Teils einer solchen Werkzeugmaschine, genutzt. Das Messverfahren der Triangulation erlaubt Messungen nur in einem kleinen Messbereich, dafür können jedoch hohe Genauigkeiten mit dieser Messmethode erreicht werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur optischen Distanzmessung, insbesondere eine solche Vorrichtung nach dem Phasenmessprinzip, weist zumindest eine Sendeeinheit zur Aussendung modulierter optischer Messstrahlung in Richtung auf ein Zielobjekt auf. Des weiteren verfügt eine solche Vorrichtung über eine Empfangseinheit zum Empfangen der vom Zielobjekt rücklaufenden optischen Strahlung. Durch Vergleich und Auswertung physikalischer Größen des gesendeten Messstrahls mit denen des Empfangenen Messstrahls, beispielsweise durch Auswertung der dem Messstrahl aufgeprägten Phasenverschiebung, kann auf die Distanz zwischen der Vorrichtung und dem Zielobjekt geschlossen werden.

In vorteilhafter Weise verfügt die erfindungsgemäße Vorrichtung zur optischen Distanzmessung über Mittel, die es ermöglichen, die Entfernung zum Zielobjekt auch über ein Triangulationsverfahren zu bestimmen.

Auf diese Weise ist es möglich, auch im Bereich kurzer Abstände der Vorrichtung zu einem Zielobjekt sehr genaue Informationen über den Abstand zu erlangen. Insbesondere können auf diese Weise, die bei einem Phasenmessverfahren auftretenden Detektionsprobleme im Bereich kurzer Distanzen in vorteilhafter Weise umgangen werden.

Mit einer solchen, erfindungsgemäßen Vorrichtung ist somit eine exakte Distanzbestimmung sowohl im Bereich großer Objektdistanzen, beispielsweise im Bereich von typischerweise 100m, wie auch im Bereich sehr kleiner, d. h. beispielsweise gegen Null gehender Abstände zwischen dem Entfernungsmesser und einem Zielobjekt, möglich.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur optischen Distanzmessung ermöglicht somit in vorteilhafter Weise ein Verfahren zur Bestimmung von Distanzen, bei dem zwischen einem Phasenmessverfahren zur Ermittlung einer Distanz zwischen einem Messobjekt, einem Zielobjekt sowie einem Triangulationsverfahren zur Ermittlung einer solchen Distanz umgeschaltet werden kann.

Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich mit den in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmalen.

5 In vorteilhafter Weise wird für die Triangulationsmessung dieselbe Lichtquelle verwendet, die auch für die Entfernungsmessung nach dem Laufzeitverfahren, insbesondere für die Entfernungsmessung nach dem Phasenmessprinzip verwendet wird. Auf diese Weise ist es möglich, die beiden unterschiedlichen Arten der Entfernungsmessung mit ein und demselben Sendekanal durchzuführen, und nur für den Empfangskanal unterschiedliche Detektoren für die Phasenmessung und die
10 Triangulation vorzusehen.

Für die Detektion des Triangulationssignals wird ein ortsensitiver Sensor, beispielsweise ein Flächendetektor in der Art eines CCD-Bauelementes oder aber auch ein
15 Zeilendetektor, wie beispielsweise eine Diodenzeile verwendet. Darüber hinaus weisen die Mittel zur Bestimmung einer gesuchten Entfernung zu einem Zielobjekt mittels des Triangulationsverfahren zumindest eine Abbildungsoptik auf, die den vom Zielobjekt rücklaufenden Messstrahl auf den ortsensitiven Sensor bündeln.

20 In vorteilhafter Weise kann vorgesehen sein, die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Messgerät zu integrieren, welches beispielsweise zusätzlich über einen mechanischen, verschiebbaren Messanschlag verfügt, sodass auch ein messen eines gegen Null gehenden Abstandes, durch das Einführen eines mechanischen Offsets zwischen dem Messgerät und dem Zielobjekt ermöglicht wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. der erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es
30 in vorteilhafter Weise, sowohl sehr große als auch sehr kleine Entfernungen zu einem Zielobjekt mit hoher Genauigkeit zu bestimmen.

Insbesondere gestattet das erfindungsgemäße Verfahren zur optischen Distanzmessung zwischen einem Phasenmessverfahren, insbesondere zur Ermittlung großer Distanzen, und einem Triangulationsverfahren, insbesondere zur Ermittlung sehr kleiner Distanzen
35 zu einem Messobjekt zu wechseln.

Zeichnung

5 In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des zugrunde liegenden erfindungsgemäßen Verfahrens zur optischen Distanzmessung dargestellt, welche in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert werden sollen. Die Figuren der Zeichnung, deren Beschreibung sowie die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Ein Fachmann wird diese Merkmale auch einzeln betrachten und zu weiteren, sinnvollen Kombinationen zusammenfassen, die somit als ebenfalls in der Beschreibung offenbart anzusehen sind.

10 Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Distanzmessung nach dem Laufzeitmessverfahren einer schematischen Darstellung,

15 Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Blockdarstellung.

20 In Fig. 1 ist in schematischer Weise ein optisches Entfernungsmessgerät 10 mit den wichtigsten seiner Komponenten zur Beschreibung seines prinzipiellen Aufbaus dargestellt. Die Vorrichtung 10 zur optischen Entfernungsmessung weist ein Gehäuse 70 auf, in dem ein Sendeast 14 zur Erzeugung eines optischen Messsignals 36 sowie eine Empfangseinheit 18 zur Detektion des von einem Zielobjekt 20 rücklaufenden Messsignals 17 ausgebildet sind.

30 Der Sendeast 14 weist eine Sendeeinheit 12, mit, neben einer Reihe von nicht weiter dargestellten Komponenten, einer Lichtquelle 22 auf, die im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 durch eine Halbleiterlaserdiode 24 realisiert ist. Die Verwendung anderer Lichtquellen im Sendeast 14 bzw. der Sendeeinheit 12 der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist aber ebenso möglich. Die Laserdiode 24 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 1 sendet einen Laserstrahl in Form eines für das menschliche Auge sichtbaren Lichtbündels 26 aus. Dazu wird die Laserdiode 24 über ein Steuergerät 28 angetrieben, welches durch eine entsprechende Elektronik eine Modulation des elektrischen Eingangssignals 30 auf die Diode 24 erzeugt. Das Steuergerät 28 wiederum erhält die benötigten Frequenzsignale der

35

Laserdiode von einer Steuer- und Auswerteeinheit 58 des erfindungsgemäßen Messgeräts. In anderen Ausführungsbeispielen kann das Steuergerät 28 auch direkt integraler Bestandteil der Steuer- und Auswerteeinheit 58 sein.

5 Die Steuer- und Auswerteeinheit 58 umfasst eine Schaltungsanordnung 59 die u.a. zumindest einen Quarzoszillator zur Bereitstellung der benötigten Frequenzsignale aufweist. Mit diesen Signalen, von denen typischer Weise mehrere, mit unterschiedlichen
10 Frequenzen während einer Entfernungsmessung genutzt werden, wird das optische Messsignal in bekannter Weise moduliert. Der prinzipielle Aufbau einer solchen Vorrichtung und das entsprechende Verfahren zur Erzeugung unterschiedlicher Messfrequenzen sind beispielsweise der DE 198 11 550 C2 zu entnehmen, so dass an dieser Stelle lediglich auf dieses Zitat verwiesen werden soll und der Inhalt der zitierten Schrift auch Inhalt dieser Anmeldung sein soll. Im Rahmen der hier vorzunehmenden
15 Beschreibung wird daher auf die Einzelheiten der Frequenzerzeugung sowie des Messverfahrens nicht näher eingegangen.

Das aus der Halbleiterdiode 24 austretende, intensitätsmodulierte Lichtbündel 26 durchläuft eine erste Optik 32, die zu einer Verbesserung des Strahlprofils des Messstrahlbündels führt. Eine solche Optik ist heutzutage integraler Bestandteil einer
20 Laserdiode. Das Messstrahlbündel 26 durchläuft anschließend ein Kollimationsobjektiv 34, welches ein nahezu paralleles Lichtstrahlenbündel 36 erzeugt.

Im Sendeast 14 der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1 befindet sich zudem eine Vorrichtung 39 mit Schaltmitteln 38 zur Erzeugung einer geräteinternen Referenzstrecke 40, mit der eine interne Kalibrierung des Messgeräts durchgeführt werden kann. Sind die Schaltmittel 38, die in Figur 1 nur symbolisch dargestellt sind, derart eingestellt, dass das Messstrahlenbündel 36 in die Referenzstrecke 40 eingekoppelt wird, so wird die Messstrahlung über das Empfangsobjektiv 50 direkt auf den Detektor 54 der Empfangseinheit 18 der erfindungsgemäßen Vorrichtung gelenkt. Aufgrund der
30 sehr genau bekannten optischen Länge der Referenzstrecke 40 kann ein dermaßen gewonnenes Referenzsignal zur Kalibrierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und insbesondere für die Auswertung einer zu ermittelnden Phasenverschiebung genutzt werden.

Sind die Schaltmittel 38 jedoch, wie in Fig. 1 dargestellt, betätigt, so wird das Messsignal 36 durch ein optisches Fenster 42 aus dem Gehäuse 70 der Vorrichtung 10 ausgekoppelt. Dies kann beispielsweise durch Betätigung eines in Fig. 1 nicht weiter dargestellten Bedienelements des Tastaturfelds der erfindungsgemäßen Vorrichtung geschehen.

Das Messstrahlbündel 36 tritt sodann als modulierte Messsignal 16 aus dem Messgerät 10 aus und fällt auf das gewünschte Zielobjekt 20, dessen Entfernung zum Messgerät 10 ermittelt werden soll. Das an dem gewünschten Zielobjekt 20 reflektierte oder auch gestreute Signal 17 gelangt zu einem gewissen Teil durch ein Eintrittsfenster 46 wieder in das Gehäuse 70 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10. Die durch das Eintrittsfenster 46 in der Stirnseite 48 der Vorrichtung 10 eintreffende Messstrahlung bildet ein rücklaufendes Messstrahlenbündel 44, welches auf ein Empfangsobjektiv 50 gelenkt wird. Das Empfangsobjektiv 50 bündelt das rücklaufende Messstrahlenbündel 44 auf die aktive Fläche einer Empfangseinrichtung 54.

Die Empfangseinheit 18 der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist einen Detektor 54, beispielsweise eine Photodiode 52 auf, die in bekannter Weise das einkommende Lichtsignal 17 in ein elektrisches Signal umwandelt. Das vom Detektor 54 konvertierte, nunmehr elektronische Signal wird dann über entsprechende elektrische Verbindungsmittel 56 an eine Steuer- und Auswerteeinheit 58 der Vorrichtung 10 weitergeleitet. Die Steuer- und Auswerteeinheit 58 ermittelt aus dem rücklaufenden optischen Signal 17 und insbesondere aus der dem rücklaufenden Signal aufgeprägten Phasenverschiebung im Vergleich zur Phase des ursprünglich ausgesendeten Signals 16, die gesuchte Distanz zwischen der Vorrichtung 10 und dem Zielobjekt 20. Die so ermittelte Distanz kann beispielsweise in einer optischen Anzeigevorrichtung 60 dem Benutzer des Geräts mitgeteilt werden.

Zusätzlich zu diesem bisher beschriebenen Aufbau, der im wesentlichen der Laufzeitbestimmung des Messsignals zwischen Messvorrichtung 10 und Zielobjekt 20, und insbesondere einer solchen Laufzeitbestimmung über eine Phasenmessung dient, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 noch eine zusätzliche Empfangseinheit 19 mit einem Triangulationssensor 66 auf. Diese zusätzliche Empfangseinheit 19 besteht im wesentlichen aus einer Abbildungslinse 51 für die Triangulation und einem positionsempfindlichen Detektor 55. Anstelle der Abbildungslinse kann alternativ oder aber auch ergänzend zusammen mit der Abbildungslinse eine Lochblende 53 als

Abbildungsblende vorgesehen sein, die die erforderliche Tiefenschärfe gewährleistet. Die fakultative Lochblende ist in Figur 1 ebenfalls dargestellt.

5 Während die Beleuchtungslinse 50 für den Laufzeit-Photodetektor 54 möglichst nahe am Laserstrahlbündel 36 angeordnet sein sollte, um Parallaxenfehler weitgehend zu minimieren, erfordert der Triangulationssensor 66 eine Abbildungslinse 51, die einen gewissen lateralen Abstand vom ausgesendeten Messstrahlenbündel 36 aufweist. Die Abbildungslinse 51 bündelt ein vom Zielobjekt zurücklaufendes Messstrahlenbündel 45 auf dem positionsempfindlichen Detektor 55 und weist ihm somit einen definierten Ort 10 62 auf der Detektorfläche zu. Bei einem solchen Detektor 55 kann es sich beispielsweise um eine Diodenzeile handeln, die eine laterale Ausdehnung in der vom Sendestrahle 16 und Empfangsstrahl 17 aufgespannten Ebene besitzt. Auch ist es möglich, einen zeilenförmigen oder auch in zwei Dimensionen aufgespannten Flächendetektor in Form eines CCD-Chips (Charge Coupled Device) für die Triangulation zu verwenden.

15 Bei der beschriebenen Anordnung von Abbildungslinse 51 bzw. Abbildungslinse und/oder Abbildungsblende 53 und ortsempfindlichem Sensor 55 ist der Auftreffpunkt 62 des fokussierten Messstrahlenbündels 45 auf dem ortsempfindlichen Sensor 55 eine Funktion des Abstandes des Zielobjektes 20 von der Messvorrichtung 10. In vorteilhafter Weise sollte eine derartige Anordnung des Triangulationssensors 66 gewählt werden, bei dem der Auftreffpunkt 62 auf dem Detektorfeld eine lineare Funktion des Abstandes zwischen der Messvorrichtung 10 und dem Zielobjekt 20 ist.

20 Durch Detektion und Auswertung des Auftreffpunktes 62 kann somit auch mittels der weiteren Empfangseinheit 19 in eindeutiger Weise auf den gesuchten Abstand zu einem Zielobjekt geschlossen werden. Dazu wird die Information über den optischen Auftreffpunkt 62 auf dem Triangulationssensor 66 in ein elektrisches Signal umgewandelt und über entsprechende Verbindungsmittel 57 an die Steuer- und Auswerteeinheit 58 der erfindungsgemäßen Vorrichtung übermittelt. Die Steuer- und Auswerteeinheit 58 ermittelt aus der Position des Auftreffpunktes 62 auf dem Detektor, sowie den bekannten Abständen von Detektor und Abbildungslinse 51 zum Gerätegehäuse 70 unter Berücksichtigung der entsprechenden Abbildungseigenschaften der Linse 51, die gesuchte Distanz zwischen der Vorrichtung 10 und dem Zielobjekt 20. Die so ermittelte Distanz kann beispielsweise in der optischen Anzeigevorrichtung 60 der Vorrichtung dem Benutzer des Geräts zur Kenntnis gebracht werden.

Figur 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau des erfindungsgemäßen Messgerätes in einer stark vereinfachten, schematisierten Darstellung. Eine solche Vorrichtung kann beispielsweise in einem optischen Messwerkzeug integriert sein und in Form eines handgehaltenen optischen Entfernungsmessers, vertrieben werden. Mit Hilfe der Darstellung der Figur 2 soll nun auch das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist ein Gehäuse 70 auf, welches das Gehäuse eines Messwerkzeuges sein kann. Das Gehäuse 70 besitzt ein transparentes Austrittsfenster 42, das in der Ausführungsform nach Figur 2 auch gleichzeitig als Eintrittsfenster für die vom Zielobjekt rücklaufende Messstrahlung in die Vorrichtung dient. In alternativen Ausführungsformen können, wie beispielsweise auch in Figur 1 gezeigt, getrennte Austritts- und Eintrittsfenster für die Messstrahlung verwendet werden. Über eine Sendeeinheit 12, mit einer modulierten Lichtquelle 22, die im gezeigten Ausführungsbeispiel insbesondere als eine Laserdiode 24 ausgebildet ist, und in die eine Strahlformungsoptik 32, sowie eine entsprechende Kollimationsoptik 34 bereits eingebaut sein können, wird ein Messstrahlenbündel 16 von der Vorrichtung 10 auf ein Zielobjekt 20 bzw. 20' ausgesendet. In Figur 2 sind zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zwei verschiedene Zielobjekte 20 bzw. 20' eingezeichnet, wobei das Zielobjekt 20 ein von der Messvorrichtung 10 weit, d.h. zumindest im Bereich von Metern, entferntes Zielobjekt, das Zielobjekt 20' ein im Bereich von Zentimetern, oder sogar darunter, entferntes Zielobjekt symbolisieren soll.

Zur Aussendung der Messstrahlung von der Vorrichtung 10 auf ein Zielobjekt 20 bzw. 20' hin besitzt die Vorrichtung bzw. ein die Vorrichtung beinhaltendes Messwerkzeug entsprechende Bedienelemente, über die ein Messvorgang gestartet werden kann. Das an einem Zielobjekt 20 bzw. 20' reflektierte oder auch gestreute Messlicht 17 läuft teilweise wieder in Richtung der Messvorrichtung 10 zurück und tritt durch das Eintrittsfenster 42 in Form eines Messstrahlenbündels 44 bzw. 45 wieder in die Messvorrichtung 10 ein.

Im Inneren der Messvorrichtung ist sowohl ein Detektor 54, der der Bestimmung der Phasenverschiebung des rücklaufenden Messsignals 17 dient, als auch eine Triangulationssensoreinheit 66 vorhanden, die im Wesentlichen aus der Abbildungslinse 51 und/oder gegebenenfalls einer Abbildungsblende 53 sowie einem Flächendetektor 55, nebst Auswerteschaltung 68 gebildet ist. Über den Photodetektor 54 wird das rücklaufende Messstrahlenbündel 44 des optischen Messsignals 17 in ein elektrisches

Signal umgewandelt und kann nach einer entsprechenden Signalaufbereitung, die in Figur 2 durch das Bauelement 64 angedeutet sein soll, von der Steuer- und Auswerteeinheit 58 der erfindungsgemäßen Vorrichtung in prinzipiell bekannter Weise ausgewertet werden, so dass aus der relativen Phasenverschiebung von rücklaufendem Messsignal 17 und ausgesendetem Messsignal 16 auf den Abstand der Vorrichtung 10 zum Zielobjekt 20 geschlossen werden kann.

Insbesondere für Zielobjekte 20' mit kleinen Abständen zur Messvorrichtung 10 kann es hierbei zu Messungenauigkeiten kommen. Aus diesem Grunde ist der Triangulationssensor 66 der zusätzlichen Empfangseinheit 19 der erfindungsgemäßen Vorrichtung, der im wesentlichen aus der Abbildungslinse 51 und/oder der fakultativen Abbildungsblende 53 und den positionsempfindlichen Detektor 55 besteht, derart in das Gehäuse 70 der Messvorrichtung 10 integriert, dass speziell bei kleinen Objektabständen ein rücklaufendes Messstrahlenbündel 45 auch vom Triangulationssensor 66 erfasst wird, um daraus, in bereits beschriebener Weise über den Auftreffort 62 des Messstrahlenbündels 45 ebenfalls eine Abstandsinformation der Messvorrichtung zum Zielobjekt 20' zu gewinnen. Dabei sorgt die Lochblende 53 im Empfangsast des Triangulationssensors dafür, dass über den Messbereich dieses Sensors, der typischerweise in der Größenordnung von einigen Zentimetern liegen soll, eine ausreichende Abbildungsgüte und Tiefenschärfe erreicht wird. In alternativen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es auch möglich, auf die Abbildungslinse 51 ggfls. ganz zu verzichten und eine Abbildung auf den positionsempfindlichen Detektor 55 lediglich durch ein Lochblende 53 mit einer entsprechend kleinen Öffnung nach dem Prinzip der „camera obscura“ herbeizuführen.

Für den Triangulationssensors 66 selbst braucht das Messsignal 16 bzw. 17, welches der Messung und Abstandsbestimmung dient, prinzipiell nicht moduliert zu sein, so dass es möglich wäre, während einer Triangulationsmessung die Modulation für das Messsignal 16 anzuschalten. Dies wäre mit einem geringeren Energieverbrauch verbunden, so dass die effektive Nutzungszeit, des vorrangig versorgungskabellosen Gerätes deutlich erhöht werden könnte.

Andererseits kann eine solche Modulation des Messsignals 16 bzw. 17 aber auch in vorteilhafter Weise dazu genutzt werden, eine effektive Streulichtunterdrückung für die Vorrichtung 10 zu realisieren, indem auch für den Triangulationssensor 66 nur Licht

einer bestimmten Frequenz detektiert bzw. dessen Signal ausgewertet wird. Dazu kann beispielsweise eine entsprechende Auswerteeinheit 68 der erfindungsgemäßen Vorrichtung genutzt werden, die im Ausführungsbeispiels der Figur 2 optional gezeigt ist, in dieser oder weiteren Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtungen aber nicht vorhanden zu sein braucht. Das elektronisch gewandelte Signal des Triangulations-
5 sensors 66 kann so beispielsweise bezüglich der verwendeten Sendefrequenzen analysiert werden und somit auch nur für gewünschte Modulationsfrequenzen zur weiteren Auswertung zur Verfügung gestellt werden. Ein derart bearbeitetes elektronisches Signal 57 kann anschließend der Steuer- und Auswerteeinheit 58 der erfindungsgemäßen Vorrichtung zugeführt, ausgewertet und in entsprechender Weise beispielsweise auf einem optischen Display eines zugehörigen Messgerätes zur Anzeige gebracht werden.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird in vorteilhafter Weise sowohl für die Phasenmessung über den Detektor 54 als auch für die Triangulationsmessung über den zeilenförmigen, oder beispielsweise auch flächigen Detektor 55, die gleiche Lichtquelle
15 22 bzw. 24 genutzt. Insbesondere kann in bestimmten Ausführungsformen auch das gleiche modulierte Messstrahlenbündel 16 zur Distanzbestimmung genutzt werden.

In alternativen, vorteilhaften Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann zudem vorgesehen sein, die gleiche Empfangsoptik und / oder den gleichen Empfangsdetektor sowohl für die Phasenmessung, als auch für die Triangulations-
20 messung zu nutzen. So kann beispielsweise lediglich ein ortssensitiver Detektor, beispielsweise der Detektor 55 genutzt werden, der dann sowohl zur Auswertung des Triangulationssignals als auch zur Auswertung der dem Messsignal aufgeprägten Phaseninformation dienen kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zu optischen Distanzmessung kann in vorteilhafter Weise zwischen einem Phasenmessverfahren und einem Triangulations-
25 verfahren zur Ermittlung einer gesuchten Distanz zwischen der Vorrichtung und einem Zielobjekt umgeschaltet werden. Diese Umschaltung kann beispielsweise manuell durch einen Anwender, eines die erfindungsgemäße Vorrichtung beinhaltenden Messwerk-
30 zeuges geschehen. Dazu können entsprechende Bedienelemente am Messgerät vorgesehen sein, die es einem Anwender ermöglichen, zwischen den verschiedenen Messmethoden zur Distanzmessung auszuwählen. Alternativerweise ist es auch möglich
35 eine Automatik in Form eines Steuerprogramms im Messgerät zu installieren, die in

5 Abhängigkeit von einer bestimmten Distanz, die jeweilig beste, d.h. genaueste Messmethode zur Bestimmung des gewünschten Abstandes selbsttätig auswählt und / oder zur Auswertung bringt. Dazu kann beispielsweise eine erste, schnelle Vorausmessung durchgeführt werden, die eine erste grobe Einschätzung, über die zu bestimmende exakte Entfernung liefert. Ausgehend von dieser Testmessung kann dann das bessere Messverfahren selbsttätig durch die Steuer- und Auswerteeinheit des Messgerätes ausgewählt werden. So können beispielsweise auch Entfernungsgrenzwerte vorgegeben sein, bis zu denen über das Triangulationsverfahren gemessen werden soll. Beziehungsweise ist es auch möglich, über beispielsweise den Triangulationssensor selbst, direkt ein Signal zu generieren, das eine Phasenmessung und Auswertung startet, sobald der Triangulationssensor oder eine nachgeschaltete Auswerteeinheit feststellt, dass der sinnvolle Messbereich des Triangulationssensors bzw. für ein Triangulationsverfahren verlassen wird.

10 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es daher möglich, den mit einer Vorrichtung zur Distanzmessung messbaren Bereich von Entfernungen deutlich zu erweitern. Insbesondere ist es möglich den Bereich sehr kleiner Abstände von der Messvorrichtung zu einem Zielobjekt zu erschließen.

20 Darüber hinaus ist es auch möglich, wie in Figur 2 angedeutet, die Vorrichtung zusätzlich mit einem oder mehreren mechanischen Messansschlägen 72 bzw. 74 definierter Länge zu versehen, die einen Mindestabstand der Vorrichtung zu einem zu vermessenden Zielobjekt garantieren. Über eine im Messgerät integrierte Auswerteroutine kann dann die Länge des Messanschlages bei der Abstandsbestimmung berücksichtigt werden. Ein solcher Messanschlag kann beispielsweise aus der Vorrichtung heraus verfahrbar ausgebildet sein, oder beispielsweise, wie in Figur 2 durch die Pfeile 76 bzw. 78 angedeutet, aus dem Gehäuse 70 heraus geklappt werden und ermöglicht insbesondere im Bereich von verschwindenden Abständen der Messvorrichtung 10 von einem Zielobjekt eine genaue Messung. So ist insbesondere die Messung eines Abstandes Null zwischen dem Messanschlag des Messgerätes und einem Zielobjekt möglich.

30 Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren sind nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Diese dienen lediglich

dazu den Erfindungsgedanken anhand konkreter Beispiele, die jedoch nicht einschränkend zu verstehen sind, zu verdeutlichen.

27.08.04 Hh/

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5 Ansprüche

- 10 1. Vorrichtung zur optischen Distanzmessung, insbesondere eine nach dem
Phasenmessprinzip arbeitende Vorrichtung, mit zumindest einer Sendeeinheit (12),
die zumindest eine Lichtquelle (22,24) zur Aussendung modulierter, optischer
Messstrahlung (16) in Richtung auf ein Zielobjekt (20) hin aufweist, und mit einer
Empfangseinheit (18) zum Empfang der vom Zielobjekt (20) rücklaufenden
15 optischen Messstrahlung (17), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung Mittel
(51,53,55,68) aufweist, die ein Messen von Entfernungen von der Vorrichtung hin zu
einem Zielobjekt (20') über ein Triangulationsverfahren ermöglichen.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel die
Lichtquelle (22,24) der Sendeeinheit (12) umfassen.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zumindest
einen ortssensitiven Sensor (55) umfassen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ortssensitive
Sensor (55) ein Flächendetektor ist.
- 30 5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ortssensitive
Sensor (55) ein Zeilendetektor ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ortssensitive Sensor (55) auch zur Laufzeitmessung des modulierten Messsignals (16,17,17'), insbesondere für eine Phasenmessung des rücklaufenden Messsignals (17) nutzbar ist.

5

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (51,53,55,68) zumindest eine Abbildungsoptik (51) umfassen.

10

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel (51,53,55,68) zumindest eine Lochblende (53) umfassen.

15

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zumindest eine Steuer- und Auswerteeinheit (58) zur Ermittlung einer Distanz der Vorrichtung (10) zum Zielobjekt (20,20') aus der Phasenverschiebung der vom Zielobjekt (20) rücklaufenden optischen Messstrahlung (17) aufweist.

20

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (10) zumindest einen mechanischen, verschiebbaren Messanschlag (72,74) aufweist.

25

11. Verfahren zur optischen Distanzmessung, bei dem zwischen einem Phasenmessverfahren zur Ermittlung einer Distanz zwischen einem Messgerät zur Distanzmessung und einem Zielobjekt (20,20') und einem Triangulationsverfahren zur Ermittlung dieser Distanz umgeschaltet werden kann.

30

12. Verfahren zur optischen Distanzmessung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass für das Phasenmessverfahren und das Triangulationsverfahren die gleiche Lichtquelle (22,24) genutzt wird.

5

13. Verfahren zur optischen Distanzmessung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass für das Phasenmessverfahren und das Triangulationsverfahren der gleiche modulierte Sendemessstrahl (16) genutzt wird.

10

14. Verfahren zur optischen Distanzmessung nach Anspruch 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass für das Phasenmessverfahren und das Triangulationsverfahren das gleiche Detektorelement (55) genutzt wird.

15

5 27.08.04 Hh/Ri

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Vorrichtung und Verfahren zur optischen Distanzmessung

15 Zusammenfassung

20 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Distanzmessung, insbesondere eine nach dem Phasenmessprinzip arbeitende Vorrichtung, mit zumindest einer Sendeeinheit (12), die zumindest eine Lichtquelle (22,24) zur Aussendung modulierter, optischer Messstrahlung (16) in Richtung auf ein Zielobjekt (20) hin aufweist, und mit einer Empfangseinheit (18) zum Empfang der vom Zielobjekt (20) rücklaufenden optischen Messstrahlung (17).

25 Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass die Vorrichtung Mittel (51,55,68) aufweist, die ein Messen von Entfernungen zu einem Zielobjekt (20') über ein Triangulationsverfahren ermöglichen.

30 Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur optischen Distanzmessung, bei dem zwischen einem Phasenmessverfahren zur Ermittlung einer Distanz zwischen einem Messgerät zur Distanzmessung und einem Zielobjekt (20,20') und einem Triangulationsverfahren zur Ermittlung dieser Distanz umgeschaltet werden kann.

(Figur 2)



